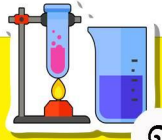
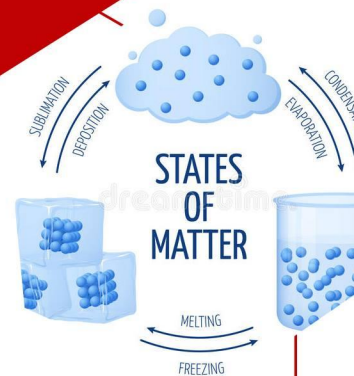
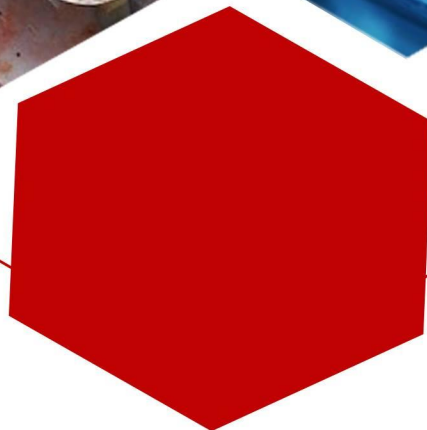
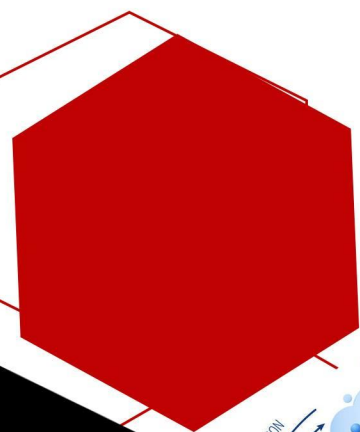
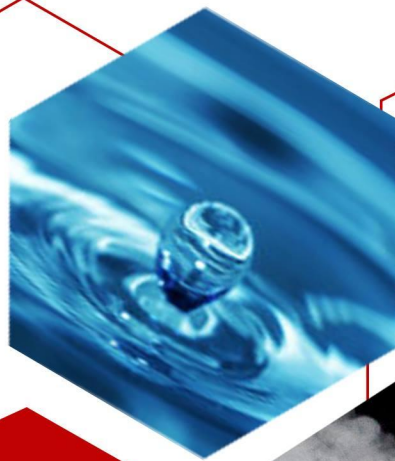


หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
ชุดการสอนรายวิชา เคมี2 รหัสวิชา ว31222
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4



ชุดที่1

สถานะของสาร



นางฉัตรลักษณ์ ทรัพย์สุข

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนแก่งคอย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4

คำนำ

ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร เป็นชุดการสอนที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดวิเคราะห์ สื่อสาร ให้เข้าใจมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ชุดการสอนชุดนี้ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการสอนของครู แผนการจัดการเรียนรู้ ชุดการสอนสำหรับนักเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งประกอบด้วยชุดการสอนทั้งหมด 7 ชุด ชุดนี้ เป็นชุดที่ 1 เรื่องสถานะของสาร

ชุดการสอน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการและครูโรงเรียนแก่งคอยทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องและผู้ที่มีความช่วยเหลือทุกท่าน ในการจัดทำชุดการสอนนี้ และขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร ตำราต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเอกสารอ้างอิงเป็นอย่างสูง หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดการสอนนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนและส่งเสริมให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธัญลักษณ์ ทรัพย์สุข

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ.....	๒
สารบัญตาราง.....	ค
สารบัญภาพ	ง
คู่มือนักเรียน.....	จ
แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน	๗
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร	1
ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้	2
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	3
แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สถานะของสาร	5
บัตรคำสั่ง.....	11
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร	13
บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร.....	17
บัตรฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร.....	20
บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	24
บัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร.....	30
บัตรฝึกหัดที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร.....	35
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สถานะของสาร.....	38
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	46
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	47
เฉลยแบบบันทึกบัตรกิจกรรม.....	48
เฉลยบัตรแบบฝึกหัด	52
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงการสรุปสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส.....	19
1.2 แสดงสถานะ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารบางชนิด.....	34

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การศึกษาการจัดเรียงอนุภาคและสถานะของสาร	14
1.2 แสดงสถานะของสาร 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส	17
1.3 แสดงการเปรียบเทียบอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส.....	17
1.4 แสดงแบบจำลองอนุภาคของของแข็ง.....	18
1.5 แสดงแบบจำลองอนุภาคของของเหลว.....	18
1.6 แสดงแบบจำลองอนุภาคของแก๊ส	18
1.7 การศึกษาอุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร.....	25
1.8 แสดงธารน้ำแข็งขนาดใหญ่เกิดการหลอมเหลว.....	30
1.9 แสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำ	30
1.10 แสดงอนุภาคของสารเมื่อให้ความร้อน.....	31
1.11 แสดงการเปลี่ยนสถานะของสาร	31

คู่มือนักเรียน

ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร

ส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร ใช้เวลาเรียน 2 ชั่วโมง มีส่วนประกอบของชุดการสอน ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. แบบทดสอบก่อนเรียน
3. บัตรคำชี้แจง
4. บัตรคำสั่ง
5. บัตรกิจกรรม
6. บัตรเนื้อหา
7. บัตรเฉลยบัตรกิจกรรม
8. บัตรฝึกหัด
9. บัตรเฉลยบัตรฝึกหัด
10. แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน
11. เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน
12. การประเมินผล
 - 12.1 คะแนนแบบบันทึกบัตรกิจกรรม
 - 12.2 คะแนนแบบทดสอบก่อน – หลังเรียน

ส่วนประกอบของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร ประกอบด้วย

1. ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. บัตรคำสั่ง
3. บัตรกิจกรรม
 - บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 - บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
- บัตรเนื้อหา
 - บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 - บัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
- บัตรฝึกหัด
 - บัตรฝึกหัดที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
 - บัตรฝึกหัดที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร
5. กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร

แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน



ศึกษาจุดประสงค์ และคำชี้แจงในการใช้ชุดการสอนให้เข้าใจ



ทำแบบทดสอบก่อนเรียน



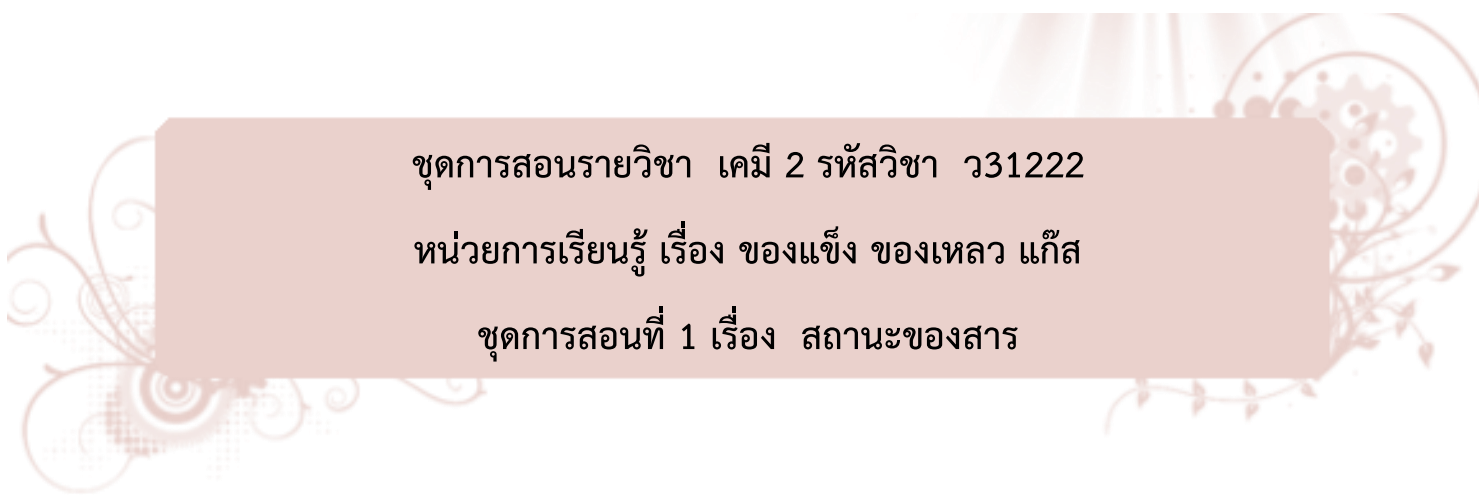
ปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรกิจกรรมการเรียนรู้



ทำแบบทดสอบหลังเรียน



จบหน่วยการเรียนรู้ ชุดการสอนที่ 1



ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร



ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้
2. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสารได้
3. นักเรียนระบุสถานะของสาร ณ อุณหภูมิที่กำหนด เมื่อทราบจุดเดือด จุดหลอมเหลว ของสารนั้นได้



คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร

ชุดการสอนนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง สามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ในการใช้ชุดการสอนนี้นักเรียนจะต้องศึกษา และปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด ด้วยวิธีเรียนเป็นกลุ่ม สามารถปรึกษากัน หรือช่วยเหลือกันในกลุ่มได้ ฉะนั้นนักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด จึงจะทำให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี

การใช้ชุดการสอนรายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว31222 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร ให้นักเรียนศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดการสอน ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจ
2. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยความซื่อสัตย์ และตั้งใจ
3. ศึกษารายละเอียดของชุดการสอน ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ตามลำดับ
4. ปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรกิจกรรม และบัตรฝึกหัดที่ละขั้นตอนอย่างรอบคอบ
5. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ หากมีข้อสงสัยให้ซักถามครูผู้สอน
6. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์ และตั้งใจ

7. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลยกิจกรรม บัตรเฉลยบัตรฝึกหัดและบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนจากครู แล้วเฉลยให้สมาชิกตรวจ พร้อมบันทึกผลคะแนนที่ได้ ด้วยความซื่อสัตย์ ซึ่งผู้เรียนต้องได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ให้กลับไปศึกษาบัตรเนื้อหาและทำบัตรกิจกรรม บัตรฝึกหัดใหม่ให้ถูกต้อง



การประเมินผลการเรียน

1. การประเมินด้านความรู้ โดยใช้
 - 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
 - 1.2 แบบบันทึกกิจกรรม
 - 1.3 บัตรฝึกหัด
2. การประเมินผลระหว่างเรียน โดยใช้
 - 2.1 แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 2.2 แบบประเมินพฤติกรรมด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 2.3 แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน



แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง สถานะของสาร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชา เคมี 2
จำนวน 10 ข้อ

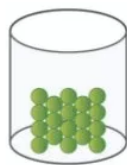
รหัสวิชา ว31222
คะแนน 10 คะแนน



1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมี 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน กระดาษคำตอบที่แจกให้

ใช้ภาพที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 1

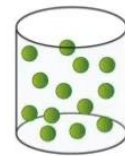
กำหนดให้ภาพแต่ละแบบแทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในภาชนะปิดดังนี้



สาร A



สาร B



สาร C

1. จากการสังเกตการจัดเรียงอนุภาคของสารจากภาพข้างต้น ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสารกับการจัดเรียงอนุภาคของสาร A , B และ C ได้ถูกต้อง

ข้อ	สถานะของสาร		
	สาร A	สาร B	สาร C
ก.	หิน	น้ำปลา	ไอน้ำ
ข.	ไอน้ำ	แอลกอฮอล์	เหล็ก
ค.	น้ำอัดลม	ยาสีฟัน	เกลือแกง
ง.	ทราย	น้ำหวาน	น้ำตาลซูโครส



2. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติทางกายภาพของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส **ไม่ถูกต้อง**

- ก. ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างที่คงที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมาก ทำให้มีความหนาแน่นสูง
- ข. ของเหลวมีปริมาตรที่แน่นอน แต่รูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของของเหลวจะอยู่ห่างกันเล็กน้อย ทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้
- ค. แก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอน แต่ปริมาตรคงที่ อนุภาคของแก๊สจะอยู่ห่างกัน แรงยึดเหนี่ยวมีค่าน้อย ทำให้มีความหนาแน่นต่ำ
- ง. เมื่อเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคพบว่า แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่า ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ

3. สูตรทำการทดลองทดสอบชนิดหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่าสารชนิดนี้มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุเสมอ แต่มีปริมาตรคงที่ จากผลการทดลองดังกล่าว สารนี้น่าจะเป็นสารชนิดใด

- ก. น้ำมันพืช ฮีเลียม
 - ข. น้ำเชื่อม การบูร
 - ค. เหล็ก น้ำหวาน
 - ง. น้ำส้มสายชู พรอท
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้สารสถานะต่างๆ
- ก. ช่างวินยนำโลหะทองเหลืองไปหลอมเหล็กก่อนที่จะใส่ในแม่พิมพ์เพื่อหล่อพระพุทธรูป
 - ข. โดนต์มักจะต้มน้ำดื่มเป็นประจำ เพราะเชื่อว่าการต้มน้ำให้เดือดสามารถฆ่าเชื้อโรคได้
 - ค. ปลาน้ำจืดแช่แข็งไปหลอมเหล็กก่อนนำไปตกแต่งเวทีคอนเสิร์ต
 - ง. กัณฑ์นำลูกเหม็นไปใส่ในตู้เสื้อผ้าเพื่อไล่แมลงสาบ

5. ปรากฏการณ์ในข้อใดที่ทำให้อุณหภูมิลดลง

- ก. น้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำ
- ข. น้ำจับตัวกลายเป็นน้ำแข็ง
- ค. ลูกเหม็นระเหิดกลายเป็นไอ
- ง. ไอน้ำระเหยขึ้นไปในอากาศ



ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อที่ 6

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	-78	-33
B	90	150
C	801	1,465

6. ที่อุณหภูมิ 100°C สาร A, B และ C ควรอยู่สถานะใด ตามลำดับ

- ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
- ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
- แก๊ส ของเหลว ของแข็ง
- ของเหลว แก๊ส ของแข็ง

ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อที่ 7-8

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	-226	-246
B	-219	-182.8
C	-100.8	-34
D	0	100
E	-39	357
F	98	885
G	600	2327



7. ที่อุณหภูมิ 25 °C สารใดอยู่ในสถานะของเหลว

- ก. C และ D
- ข. D และ E
- ค. A และ B
- ง. F และ G

8. ที่อุณหภูมิ -240 °C สารใดอยู่ในสถานะแก๊ส

- ก. A
- ข. F และ G
- ค. D และ E
- ง. D และ G

ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อ 9-10

กำหนดให้สาร W , X , Y และ Z มีสมบัติดังตาราง

สาร	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
W	115.21	444.60
X	-7	58
Y	-6	225
Z	44	280

9. ที่อุณหภูมิห้องสารใดอยู่ในสถานะเป็นของเหลวที่ระเหยง่าย

- ก. W
- ข. X
- ค. Y
- ง. Z



10. ถ้าผสมสารทั้ง 4 ชนิด ไว้ในภาชนะเดียวกันโดยสารไม่ทำปฏิกิริยากัน เมื่อให้ความร้อนกับสารผสม จนกระทั่งที่อุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของน้ำ สารใดบ้างมีสถานะเป็นของแข็ง

- ก. Y และ Z
- ข. W และ Z
- ค. X และ Y
- ง. W เท่านั้น

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง สถานะของสาร

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น ม. 4 กลุ่มที่.....

คำสั่ง นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					6				
2					7				
3					8				
4					9				
5					10				

คะแนนเต็ม 10 ได้คะแนน.....คะแนน ผลการประเมิน.....

เกณฑ์การประเมิน

ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
90 - 100%	ดีเยี่ยม
80 - 89%	ดีมาก
70 - 79%	ดี
60 - 69%	ปานกลาง
50 - 59%	พอใช้
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง

(เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80)

บัตรคำสั่ง
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง สถานะของสาร

1. แต่ละกลุ่มดำเนินการเลือกหัวหน้ากลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม นักเรียนที่เหลือเป็นสมาชิกกลุ่ม

หน้าที่ของหัวหน้ากลุ่ม

- เป็นผู้ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
- ควบคุมดูแลการปฏิบัติกิจกรรมภายในกลุ่มให้เป็นไปตามคำชี้แจง กระตุ้นให้สมาชิก
ร่วมกิจกรรม
- เป็นผู้ติดต่อประสานงานกับครูเมื่อมีปัญหา
- เป็นผู้อ่านบัตรเฉลยแต่ละกิจกรรมให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เพื่อตรวจคำตอบ

หน้าที่ของเลขานุการกลุ่ม

- รับบัตรต่าง ๆ ในชุดการสอนไปแจกสมาชิกในกลุ่ม
- รวบรวมคะแนน และจดบันทึกคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบ
บันทึกบัตรกิจกรรม บัตรฝึกหัดและแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ลงในแบบบันทึกคะแนนของ
สมาชิกกลุ่ม

2. ให้หัวหน้ากลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกในกลุ่ม ดังนี้

- 2.1 ผู้อ่าน ทำหน้าที่อ่านคำชี้แจง และอ่านคำถามในบัตรกิจกรรม และบัตรฝึกหัดให้สมาชิก
ในกลุ่มฟัง หัวหน้ากลุ่มชี้แจงให้สมาชิกทุกคนเป็นผู้ฟัง และร่วมอภิปราย
- 2.2 ผู้จดบันทึก ทำหน้าที่จดบันทึกการอภิปรายของกลุ่มลงในแบบบันทึกบัตรกิจกรรม และ
บัตรฝึกหัด
- 2.3 ผู้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำหน้าที่เป็นตัวแทนกลุ่มออกนำเสนอผลการอภิปรายที่ได้
จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในชุดการสอน

3. เลขานุการกลุ่มรับบัตรกิจกรรมที่ 1 และ 2 และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 2 จากครูมอบให้ผู้อ่านทำการอ่านคำชี้แจงในบัตรกิจกรรม สมาชิกในกลุ่มช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้สมาชิกที่ทำหน้าที่จดบันทึก ทำการจดบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมในประเด็นที่สำคัญ ๆ ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 และ 2 ไว้เพื่อการอภิปราย
4. เลขานุการกลุ่มรับบัตรเนื้อหาที่ 1 และ 2 จากครู แล้วทำการแจกให้สมาชิกในกลุ่มทุกคน คนละ 1 ชุด ให้สมาชิกทุกคนร่วมอภิปราย แล้วตรวจสอบความถูกต้องของแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ที่บันทึกว่าถูกต้องตรงตามเนื้อหาในบัตรเนื้อหาหรือไม่ ถ้าผิดแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 และ 2
5. เลขานุการกลุ่มรับบัตรฝึกหัดที่ 1 และ 2 จากครูมอบให้ผู้อ่าน ทำการอ่านคำชี้แจง และอ่านคำถามในบัตรฝึกหัด จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มระดมความคิดช่วยกันทำบัตรฝึกหัด โดยตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยบัตรฝึกหัดที่ 1 และ 2
6. เมื่อหมดเวลาเรียนเก็บอุปกรณ์ส่งคืนให้ถูกต้องเรียบร้อย โดยเลขานุการเป็นผู้นำมาส่งคืนครูผู้สอน

บัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

คำชี้แจง

1. ผู้อ่าน ทำการอ่านขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง สมาชิกภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่มและช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร
2. สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม และตอบคำถามลงในแบบบันทึกบัตรกิจกรรมที่ 1 โดยให้สมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้จัดบันทึก ทำการจดบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมในประเด็นที่สำคัญ ๆ ลงในแบบบันทึกบัตรกิจกรรมที่ 1 ไว้เพื่ออภิปราย และนำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ส่งครู เมื่อตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้

คำชี้แจงในการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนนำขวดพลาสติกขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ก้นขวดเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ประมาณ 10-15 รู บรรจุเม็ดโฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 มิลลิเมตร ลงในขวดใบนี้ประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดปากขวดด้วยจุกยางที่มีท่อน้ำแก๊ส 1 ท่อเสียบอยู่

2. คว่ำปากขวดลง จากนั้นเป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊ส อย่างช้าๆ เบาๆ สังเกตการเคลื่อนตัวของเม็ดโฟม บันทึกรูป



3. ค่อยๆ เป่าลมให้แรงมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงที่สุด สังเกตการณ์เคลื่อนตัวของเม็ดโฟม บันทึกรูปผลการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่เราเป่าลมลงในขวด



4. นักเรียนบันทึกผลลงแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การจัดเรียงอนุภาคของสาร



ภาพที่ 1.1 การศึกษาการจัดเรียงอนุภาคและสถานะของสาร
ที่มา : ถ่ายภาพโดย ธิญลักษณ์ ทรัพย์สุข. 2560

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น ม. 4

สมาชิก 1.....หัวหน้ากลุ่ม
2.....สมาชิก
3.....สมาชิก
4.....สมาชิก
5.....สมาชิก
6.....เลขานุการกลุ่ม

ตารางบันทึกผลการสังเกต (2 คะแนน)

ขั้นตอนการทดลอง/ ลักษณะการเป่าลม	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น/การเคลื่อนตัวของเม็ดโฟม
1. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สอย่าง ช้าๆ เบาๆ	
2. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สแรง ขึ้นเรื่อยๆ	
3. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สอย่าง แรงที่สุด	

คำถามท้ายกิจกรรม (8 คะแนน)

1. เม็ดโฟมที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเปรียบเสมือน

.....

.....

2. การเป่าลมในขวดอย่างช้าๆ เบาๆ ไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองแทนที่การจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะ และมีลักษณะดังนี้

.....

.....

3. การเป่าลมในขวดแรงขึ้นไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองที่แทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะ และมีลักษณะดังนี้

.....

.....

4. การเป่าลมในขวดแรงที่สุดไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองที่แทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะ..... และมีลักษณะดังนี้

.....

.....

5. เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนตัวของเม็ดโฟมกับสถานะของสาร สารในสถานะใดมีพลังงานในตัวเองมากที่สุด

.....

6. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอนุภาค.....จะเคลื่อนที่ได้มากที่สุด

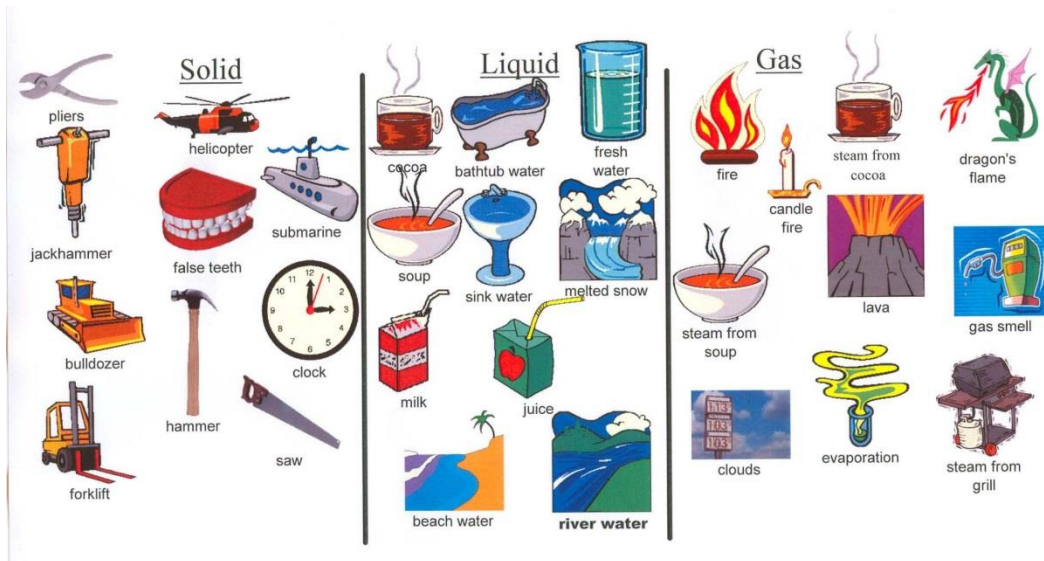
อนุภาค..... มีแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคมากที่สุด

อนุภาค.....สามารถไหลและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามภาชนะที่บรรจุ

บัตรเนื้อหาที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

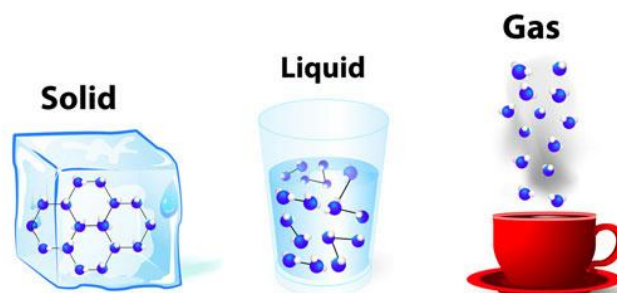
สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมากที่มารวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล สามารถจำแนกสารได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เช่น เกลือแกงมีสถานะเป็นของแข็ง น้ำมีสถานะเป็นของเหลว อากาศที่เราหายใจมีสถานะเป็นแก๊ส ดังรูปภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แสดงสถานะของสาร 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ที่มา : <https://www.pinterest.com/pin/487303622151406708/>

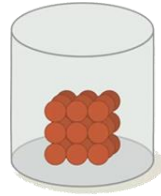
สารแต่ละสถานะมีการจัดเรียงอนุภาคของสารที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 แสดงการเปรียบเทียบอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส

ที่มา : <https://www.fantasticfridges.com/YoungLearners/SolidsLiquidsGases>

1. **ของแข็ง (Solid)** สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง คือ สารที่มีรูปร่างและปริมาตรที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะ อนุภาคอยู่ชิดกันเป็นระเบียบ มีความหนาแน่นและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูงกว่าของเหลว และแก๊ส เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองคำ น้ำแข็ง เป็นต้น



ภาพที่ 1.4 แสดงแบบจำลองอนุภาคของของแข็ง

ที่มา : <https://www.livescience.com/46946-solids.html>

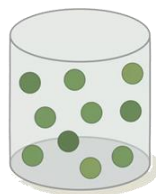
2. **ของเหลว (Liquid)** สารที่มีสถานะเป็นของเหลว คือ สารที่มีปริมาตรแน่นอน แต่มีรูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคอยู่ใกล้กันแต่ไม่เป็นระเบียบ มีการชนกันตลอดเวลา จึงมีความหนาแน่นสูงกว่าแก๊ส เช่น แอลกอฮอล์ โปรท น้ำส้มสายชู เป็นต้น



ภาพที่ 1.5 แสดงแบบจำลองอนุภาคของของเหลว

ที่มา : <https://www.livescience.com/46946-solids.html>

3. **แก๊ส (Gas)** สารที่มีสถานะเป็นแก๊ส คือ สารที่มีรูปร่างและปริมาตรไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ เพราะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก จึงฟุ้งกระจายได้เต็มภาชนะและมีความหนาแน่นต่ำ เช่น ไอน้ำ อากาศ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น



ภาพที่ 1.6 แสดงแบบจำลองอนุภาคของแก๊ส

ที่มา : <https://www.livescience.com/46946-solids.html>

สารแต่ละสถานะต่างก็มีลักษณะและสมบัติเฉพาะตัว เนื่องมาจากการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ดังนั้นจึงสามารถสรุปสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงการสรุปสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

สมบัติ	สถานะของสาร		
	ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
1. การจัดเรียงอนุภาค	อนุภาคอยู่ชิดกันมาก และ จัดเรียงตัวอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอน	อนุภาคอยู่ใกล้กัน มี การจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ	อนุภาคอยู่ห่างกันมาก และจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ
2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค	มาก	น้อยกว่าของแข็ง	เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และรวดเร็วอย่างมาก
3. การเคลื่อนที่ของอนุภาค	สั่นได้	เคลื่อนที่ได้เล็กน้อย	เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และรวดเร็ว
4. ปริมาตรและรูปร่าง	มีปริมาตรและรูปร่างคงที่แน่นอน	มีปริมาตรคงที่แน่นอน ไหลได้หรือแพร่ได้ แต่รูปร่างจะเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ	มีปริมาตรและรูปร่างที่ไม่แน่นอน
5. ความสามารถในการถูกอัดและขยาย	น้อย	น้อย แต่มากกว่าของแข็ง	มาก
6. ความหนาแน่น	สูง เพราะอนุภาคของแข็งอยู่ชิดกันมาก	น้อยกว่าของแข็ง เพราะ อนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง	ต่ำ เพราะอนุภาคอยู่ห่างกันมาก

บัตรฝึกหัดที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น ม. 4

- สมาชิก 1.....หัวหน้ากลุ่ม
- 2.....สมาชิก
- 3.....สมาชิก
- 4.....สมาชิก
- 5.....สมาชิก
- 6.....เลขานุการกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้

คำชี้แจง นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและศึกษาจากบัตรเนื้อหาโดยตอบ



คำถามต่อไปนี้

- นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ 10 ข้อ (10 คะแนน)

- นักเรียนสามารถจำแนกสถานะของสารออกเป็นกี่ประเภท (1 คะแนน)

.....

- สารชนิดหนึ่งๆ สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เมื่อมีปัจจัยใดเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง (1 คะแนน)

.....



สาร A



สาร B



สาร C

ให้นักเรียนสังเกตการจัดเรียงอนุภาคของสารทั้ง 3 ชนิดต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 – 5 (3 คะแนน)

1.3 อนุภาคของสารใดจะเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (1 คะแนน)

1.4 อนุภาคของสารใดมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด (1 คะแนน)

.....

1.5 อนุภาคของสารใดมีที่ว่างระหว่างอนุภาคเล็กน้อย มีอิสระในการเคลื่อนที่แต่ไม่แยกจากกัน

(1 คะแนน)

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 6 - 9 (4 คะแนน)

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	98	885
B	-100.8	-34
C	0	100
D	-249	-246
E	660	2327
F	-219	-182.8

1.6 อุณหภูมิ 120°C สาร F อยู่ในสถานะใด (1 คะแนน)

.....

.....

1.7 สารใดบ้างมีสถานะเป็นของเหลว เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 80°C (1 คะแนน)

.....

.....

1.8 ที่อุณหภูมิห้อง สาร B และ E อยู่ในสถานะใด ตามลำดับ (1 คะแนน)

.....

.....



1.9 ถ้าผสมสาร A , C และ E เข้าด้วยกัน โดยที่สารไม่ทำปฏิกิริยากัน แล้วนำไปให้ความร้อน จนระเหยกลายเป็นไอ สารใดที่ระเหยออกมาก่อน เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

1.10 เมื่อวางลูกเหม็นไว้ในห้องเก็บของเพื่อไล่แมลงสาบ 1 สัปดาห์ผ่านไป ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลงมาก จงระบุการเปลี่ยนสถานะของลูกเหม็น (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....



2. พิจารณาภาพที่กำหนดให้แล้วจำแนกชนิดของสาร โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับสมบัติของสารนั้น แล้วสรุปว่าสารใดบ้างเป็นของแข็ง ของเหลวและแก๊ส (12 คะแนน)

สาร	ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
1 			
2 			
3 			
4 			
5 			
6 			

สถานะของแข็ง ได้แก่ หมายเลข

สถานะของเหลว ได้แก่ หมายเลข

สถานะแก๊ส ได้แก่ หมายเลข

บัตรกิจกรรมที่ 2

เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

คำชี้แจง

1. เลขานุการกลุ่มออกมารับบัตรกิจกรรม และแบบบันทึกบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสารจากครู มอบหมายให้ผู้อ่าน ทำการอ่านขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง สมาชิกภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่มและช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
2. สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรม และตอบคำถามลงในแบบบันทึกบัตรกิจกรรมที่ 1 โดยให้สมาชิกที่ทำหน้าที่เป็นผู้จัดบันทึก ทำการจดบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมในประเด็นที่สำคัญ ๆ ลงในแบบบันทึกบัตรกิจกรรมที่ 2 ไว้เพื่ออภิปราย และนำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ส่งครู เมื่อตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสารได้

คำชี้แจงในการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนเทน้ำหวานใส่หลอดทดลอง 10 ml วัดอุณหภูมิ และสังเกตลักษณะของน้ำหวาน และบันทึกข้อมูล

2. ให้นักเรียนนำน้ำหวานในข้อ 1 ไปแช่ในปิกเกอร์ (250 ml) ที่มีน้ำแข็งผสมเกลือในอัตราส่วน 1 : 5 วัดอุณหภูมิของน้ำหวาน เมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง
3. นำน้ำหวานจากข้อ 2 มาให้ความร้อนวัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิถึง 100 °C ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำหวานแล้วบันทึกข้อมูลในตาราง



ภาพที่ 1.7 การศึกษาอุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
ที่มา : ถ่ายภาพโดย ธีญลักษณ์ ทรัพย์สุข. 2560

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น ม. 4

สมาชิก 1.....หัวหน้ากลุ่ม

2.....สมาชิก

3.....สมาชิก

4.....สมาชิก

5.....สมาชิก

6.....เลขานุการกลุ่ม

บันทึกผลการสังเกต (2 คะแนน)

ขั้นตอนการศึกษา	ผลการสังเกต	
	ลักษณะของสาร	อุณหภูมิที่วัดได้
1. เติมน้ำหวานใส่หลอดทดลอง 10 ml วัดอุณหภูมิ และสังเกต ลักษณะของน้ำหวาน และบันทึก ข้อมูล		
2. นำน้ำหวานในข้อ 1 ไปแช่ใน บีกเกอร์ (250 ml) ที่มีน้ำแข็ง ผสมเกลือในอัตราส่วน 1 : 5 นาน 5 นาที		
3. นำน้ำหวานจากข้อ 2 มาให้ ความร้อนวัดอุณหภูมิ เมื่อ อุณหภูมิถึง 100 °C ให้สังเกต การเปลี่ยนแปลงของน้ำหวาน		



คำถามท้ายกิจกรรม (8 คะแนน)

1. จากกิจกรรมข้างต้น ในขั้นตอนการศึกษาข้อ 1 น้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. จากกิจกรรมข้างต้น ในขั้นตอนการศึกษาข้อ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที น้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. จากการสังเกตในขั้นตอนการศึกษาข้อ 3 เมื่อให้ความร้อนกับน้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. จากกิจกรรมนี้ อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำหวานอย่างไร

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

กิจกรรมที่ 1

บันทึกจากการกิจกรรม (2 คะแนน)

- | | | |
|---|-------|------------------------------------|
| 0 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตไม่ถูกต้อง |
| 1 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตถูกต้องบ้าง |
| 2 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตได้ถูกต้องทั้งหมด |

ตอบคำถามหลังกิจกรรม (8 คะแนน)

- | | | |
|---|-------|-------------------------------|
| 0 | คะแนน | เติมคำตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด |
| 1 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 1 ข้อ |
| 2 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 2 ข้อ |
| 3 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 3 ข้อ |
| 4 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 4 ข้อ |
| 5 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 5 ข้อ |
| 6 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 6 ข้อ |
| 7 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 7 ข้อ |
| 8 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 8 ข้อ |

กิจกรรมที่ 2

บันทึกผลการสังเกต (2 คะแนน)

- | | | |
|---|-------|------------------------------------|
| 0 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตไม่ถูกต้อง |
| 1 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตถูกต้องบ้าง |
| 2 | คะแนน | บันทึกผลการสังเกตได้ถูกต้องทั้งหมด |

ตอบคำถามหลังกิจกรรม (8 คะแนน)

- | | | |
|---|-------|-------------------------------|
| 0 | คะแนน | เติมคำตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด |
| 2 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 1 ข้อ |
| 4 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 2 ข้อ |
| 6 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 3 ข้อ |
| 8 | คะแนน | เติมคำตอบถูกต้องทั้งหมด 4 ข้อ |

คะแนนแบบบันทึกกิจกรรม

คะแนนเต็ม 20 ได้คะแนน.....คะแนน ผลการประเมิน.....

เกณฑ์การประเมิน

ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
90 - 100%	ดีเยี่ยม
80 - 89%	ดีมาก
70 - 79%	ดี
60 - 69%	ปานกลาง
50 - 59%	พอใช้
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง
(เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80)	

บัตรเนื้อหาที่ 2

เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

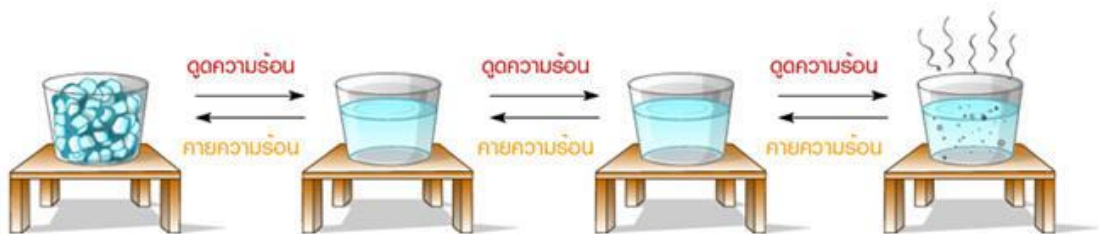
จากเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติหลายอย่างที่เกิดขึ้น เช่น สภาพอากาศแห้งแล้ง ภาวะมลพิษ น้ำท่วม สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่ง ที่ทำให้เกิดภัยพิบัตินั้นคือ ภาวะโลกร้อน ซึ่งหมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ส่งผลกระทบบั้ให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากธารน้ำแข็งที่กำลังละลาย และอุณหภูมิทั่วโลกที่กำลังสูงขึ้นจากการขยายตัวของความร้อนของน้ำในมหาสมุทร

จะเห็นได้ว่าเมื่อให้ความร้อนกับน้ำแข็ง น้ำแข็งจะเกิดการหลอมเหลวกลายเป็นของเหลว และเมื่อให้ความร้อนต่อไปเรื่อยๆ น้ำที่เป็นของเหลวจะเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำในที่สุด



ภาพที่ 1.8 ธารน้ำแข็งขนาดใหญ่เกิดการหลอมเหลว

ที่มา : <http://www.wegointer.com/2016/10/4e5rfi6239>

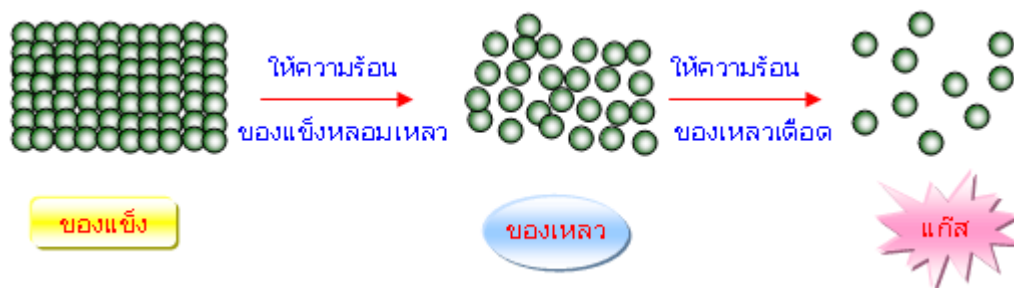


ภาพที่ 1.9 แสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

ที่มา : http://science.skru.ac.th/pic_knowledge/20140330/bio6.jpg

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนสถานะของสาร อธิบายได้ว่า เมื่ออนุภาคของของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคของของแข็งจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้น เกิดการสั่นสะเทือนมากขึ้น และเมื่อถึงอุณหภูมิหนึ่ง การสั่นสะเทือนจะรุนแรงจนอนุภาคภายในของแข็ง เริ่มแยกตัวออกจากกันเป็นอิสระ จนหลุดออกจากผลึก และหลอมเหลว กลายเป็นสารที่อยู่ในสถานะของเหลว

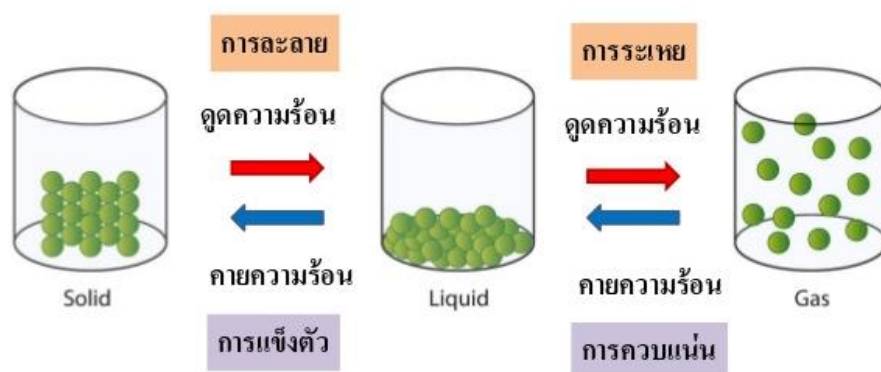
ถ้าเราให้ความร้อนต่อไป อนุภาคของของเหลวจะเคลื่อนที่ไปรอบๆ อย่างรวดเร็วมากขึ้น อนุภาคบางส่วนที่อยู่บริเวณผิวหน้ามีพลังงานมากพอที่จะหลุดออกไปเป็นแก๊ส นั่นคือของเหลวจะเดือด และระเหยกลายเป็นไอ



ภาพที่ 1.10 แสดงอนุภาคของสารเมื่อให้ความร้อน

ที่มา : <http://thn2347500chemistry.blogspot.com/2015/>

สารแต่ละชนิดจะมีสถานะหนึ่ง ณ อุณหภูมิห้อง แต่สามารถเปลี่ยนเป็นสถานะอื่นๆ ได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความดัน ดังภาพที่ 1.11



ภาพ 1.11 แสดงการเปลี่ยนสถานะของสาร

ที่มา : <https://www.slideshare.net/Songsak1/ss-52586228>

การเปลี่ยนสถานะของสาร

สารต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา อาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร สารแต่ละชนิดจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ซึ่งการเปลี่ยนสถานะของสารมีหลายรูปแบบ สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. การเปลี่ยนสถานะระหว่างของแข็งกับของเหลว

1.1 การเปลี่ยนสถานะระหว่างของแข็งไปเป็นของเหลว เนื่องจากของแข็งได้รับความร้อน ทำให้อนุภาคมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น อนุภาคของของแข็งเกิดการสั่นสะเทือน เมื่อถึงจุดจุดหนึ่งโมเลกุลก็จะเคลื่อนที่ห่างออกจากกันแรงยึดเหนี่ยวน้อยลง เราเรียกว่า **การหลอมเหลว (melting)** และจะเกิดขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิของสารอยู่ที่ **จุดหลอมเหลว (melting point)** จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิในขณะที่ยังกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว และจุดหลอมเหลวที่ความดัน 1 บรรยากาศ เรียกว่าจุดหลอมเหลวปกติ เช่น น้ำแข็งกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 0°C

1.2 การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็ง เกิดขึ้นโดยจะมีการคายพลังงานออกมา ทำให้อนุภาคภายในของเหลวมีพลังงานจลน์ลดลง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีค่ามากขึ้นทำให้อนุภาคเรียงตัวอยู่ชิดกันมากขึ้น จนไม่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้เพียงแต่สั่นได้เท่านั้น ของเหลวจึงเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เราเรียกว่า **การแข็งตัว (freezing)** และจะเกิดขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิของสารอยู่ที่ **จุดเยือกแข็ง (freezing point)** จุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิในขณะของเหลวกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เช่น น้ำกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0°C

จะเห็นได้ว่า จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งของน้ำหรือสารอื่นๆจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิเดียวกัน กล่าวคือ ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะจะไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แต่จะยังมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้น ของแข็งที่หลอมเหลวจะรับความร้อนเข้ามา ส่วนของเหลวที่แข็งตัวจะคายความร้อนออกไปเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะ

2. การเปลี่ยนสถานะระหว่างของเหลวกับไอ

2.1 การเปลี่ยนสถานะระหว่างของเหลวไปเป็นไอหรือแก๊ส เราเรียกว่า **การกลายเป็นไอ (vaporization)** และจะเกิดขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิของสารอยู่ที่ **จุดเดือด (boiling point)** จุดเดือด คือ อุณหภูมิในขณะที่ยังกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นไอหรือแก๊ส เช่น น้ำกลายเป็นไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C

2.2 การเปลี่ยนสถานะจากไอหรือแก๊สไปเป็นของเหลว เราเรียกว่า **การควบแน่น (condensation)** และจะเกิดขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิของสารอยู่ที่ **จุดกลั่นตัว (Dew point)** หรือ **จุดควบแน่น** คือ อุณหภูมิในขณะที่ไอน้ำกำลังเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เช่น ไอน้ำกลายเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 100°C

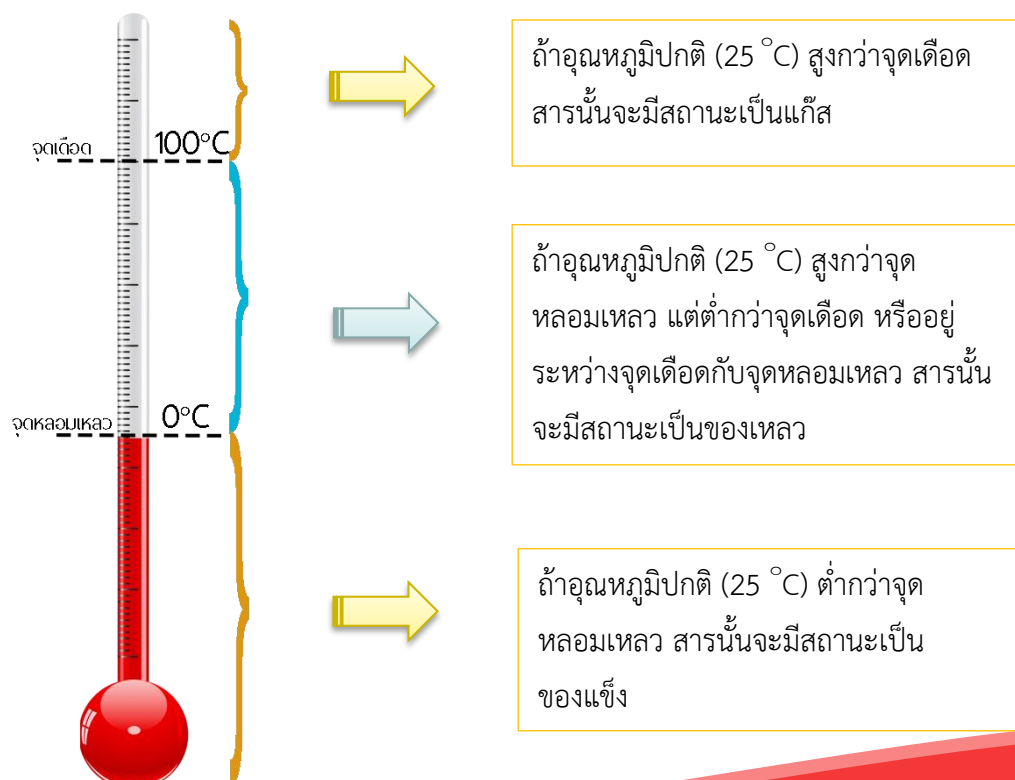
การพิจารณาสถานะของสารที่อุณหภูมิต่างๆ

สารทั้งหลายในธรรมชาติ สามารถเปลี่ยนสถานะได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ซึ่งการเปลี่ยนสถานะของสารนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสารเปรียบเทียบกับจุดเดือด และจุดหลอมเหลวของสารนั้น

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาสถานะของสาร

การพิจารณาให้พิจารณาที่อุณหภูมิปกติ (25°C) มากกว่าหรือน้อยกว่าจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารนั้น

1. ถ้าอุณหภูมิที่กำหนดให้อยู่ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของสารชนิดใด สารนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง
2. ถ้าอุณหภูมิที่กำหนดให้อยู่สูงกว่าจุดหลอมเหลวแต่ต่ำกว่าจุดเดือดของสารใด สารนั้นจะอยู่ในสถานะของเหลว
3. ถ้าอุณหภูมิที่กำหนดให้อยู่สูงกว่าจุดเดือดของสารใด สารนั้นจะอยู่ในสถานะแก๊ส



ตารางที่ 1.2 แสดงสถานะ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารบางชนิด

ชื่อสาร	สถานะของสาร (ที่ 25 °C)	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
ออกซิเจน	แก๊ส	-219	-183
แอมโมเนีย	แก๊ส	-78	-33
น้ำ	ของเหลว	0	100
เอทานอล	ของเหลว	-117	78.5
ฟอสฟอรัส	ของแข็ง	44	280
สังกะสี	ของแข็ง	420	906

ที่มา : สำราญ พฤษสุนทร.2554 : 364

จากตารางที่ 1.2 เป็นสถานะของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 25 °C ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 25 °C เป็นอุณหภูมิต่ำลง สถานะของสารแต่ละชนิดอาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ เช่น ฟอสฟอรัสมีจุดหลอมเหลว 44 °C มีจุดเดือด 280 °C ถ้าโซเดียมมีอุณหภูมิต่ำกว่า 44 °C จะเป็นมีสถานะเป็นของแข็ง ถ้ามีอุณหภูมิระหว่าง 44 - 280 °C จะมีสถานะเป็นของเหลว และถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 280 °C จะเป็นมีสถานะเป็นแก๊ส ดังนั้นสรุปได้ว่าสารต่างๆ สามารถเปลี่ยนสถานะได้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

ในชีวิตประจำวันเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารอยู่เสมอ เช่น การเปลี่ยนสถานะของน้ำในธรรมชาติหมุนเวียนเป็นวัฏจักร ทำให้มีแหล่งน้ำสะอาดให้มนุษย์ได้ใช้หมุนเวียนอยู่เสมอ นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนสถานะของสารหลายกรณี ดังนี้

1. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นของเหลวก่อนจะนำสารไปใส่แบบพิมพ์หรือเป่าให้มีรูปร่างตามต้องการ เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก เทียน
2. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นไอ เช่น การใช้ประโยชน์จากแรงดันไอน้ำเดือดในการหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวเป็นของแข็ง เช่น การทำไอศกรีม การทำน้ำแข็ง

บัตรฝึกหัดที่ 2

เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น ม. 4

- สมาชิก 1.....หัวหน้ากลุ่ม
 2.....สมาชิก
 3.....สมาชิก
 4.....สมาชิก
 5.....สมาชิก
 6.....เลขานุการกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของสารได้
2. นักเรียนระบุสถานะของสาร ณ อุณหภูมิที่กำหนด เมื่อทราบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารนั้นได้



1. ให้นักเรียนเติมคำที่กำหนดลงในช่องว่างให้ถูกต้อง 5 ข้อ (5 คะแนน)

การหลอมเหลว	การเดือด	การแข็งตัว
การควบแน่น	การระเหิด	การระเหย

- 1.1การซักผ้าแล้วนำไปตากแห้ง
- 1.2การทำไอศกรีม
- 1.3การนำการบูรใส่ไว้ในรถยนต์
- 1.4น้ำแข็งที่ขั้วโลกกลายเป็นน้ำ
- 1.5ไอน้ำกระทบอากาศเย็นกลายเป็นหยดน้ำ



2. จากข้อมูลจุดหลอมเหลว จุดเดือด ของสารที่กำหนดให้ จงระบุสถานะของสารในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

ข้อ	ชื่อสาร	สถานะของสาร ที่ 25 °C	สถานะของ สารที่ 110 °C	สถานะของ สารที่ 300 °C	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
1	ออกซิเจน	.....	.....	.....	- 219	-183
2	แอมโมเนีย	.....	.....	.....	- 78	-33
3	เอทานอล	.....	.....	.....	-117	78.5
4	ฟอสฟอรัส	.....	.....	.....	44	280
5	สังกะสี	.....	.....	.....	420	906



คะแนนบัตรฝึกหัด

คะแนนเต็ม 32 ได้คะแนน.....คะแนน ผลการประเมิน.....

เกณฑ์การประเมิน

ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
90 - 100%	ดีเยี่ยม
80 - 89%	ดีมาก
70 - 79%	ดี
60 - 69%	ปานกลาง
50 - 59%	พอใช้
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง
(เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80)	

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง สถานะของสาร	รายวิชาเคมี 2	รหัสวิชา ว31222
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	จำนวน 10 ข้อ	คะแนน 10 คะแนน



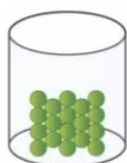
- แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมี 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
 - นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน กระดาษคำตอบที่แจกให้
- ข้อใดกล่าวถึงสมบัติทางกายภาพของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส **ไม่ถูกต้อง**
 - ของแข็งมีปริมาตรและรูปร่างที่คงที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของของแข็งอยู่ชิดกันมาก ทำให้มีความหนาแน่นสูง
 - ของเหลวมีปริมาตรที่แน่นอน แต่รูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ อนุภาคของของเหลวจะอยู่ห่างกันเล็กน้อย ทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้
 - แก๊สมีรูปร่างไม่แน่นอน แต่ปริมาตรคงที่ อนุภาคของแก๊สจะอยู่ห่างกัน แรงยึดเหนี่ยวมีค่าน้อย ทำให้มีความหนาแน่นต่ำ
 - เมื่อเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคพบว่า แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่า ของเหลว และของแข็ง ตามลำดับ
 - สุดาทำการทดลองทดสอบชนิดหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 25 °C พบว่าสารชนิดนี้มีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุเสมอ แต่มีปริมาตรคงที่ จากผลการทดลองดังกล่าว สารนี้น่าจะเป็นสารชนิดใด
 - น้ำมันพืช อีเลียม
 - น้ำเชื่อม การบูร
 - เหล็ก น้ำหวาน
 - น้ำส้มสายชู พรอท

3. ปรากฏการณ์ในข้อใดที่ทำให้อุณหภูมิลดลง

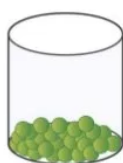
- ก. น้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำ
- ข. น้ำจับตัวกลายเป็นน้ำแข็ง
- ค. ลูกเหม็นระเหิดกลายเป็นไอ
- ง. ไอน้ำระเหยขึ้นไปในอากาศ

ใช้ภาพที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 4

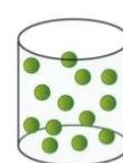
กำหนดให้ภาพแต่ละแบบแทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในภาชนะปิดดังนี้



สาร A



สาร B



สาร C

4. จากการสังเกตการจัดเรียงอนุภาคของสารจากภาพข้างต้น ข้อใดสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสารกับการจัดเรียงอนุภาคของสาร A , B และ C ได้ถูกต้อง

ข้อ	สถานะของสาร		
	สาร A	สาร B	สาร C
ก.	หิน	น้ำปลา	ไอน้ำ
ข.	ไอน้ำ	แอลกอฮอล์	เหล็ก
ค.	น้ำอัดลม	ยาสีฟัน	เกลือแกง
ง.	ทราย	น้ำหวาน	น้ำตาลซูโครส



5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้สารสถานะต่างๆ
- ช่างวินย่น้ำโลหะทองเหลืองไปหลอมเหลวก่อนที่จะใส่ในแม่พิมพ์เพื่อหล่อพระพุทธรูป
 - โดนัทมักจะต้มน้ำดื่มเป็นประจำ เพราะเชื่อว่าการต้มน้ำให้เดือดสามารถฆ่าเชื้อโรคได้
 - ปลาน้ำแข็งแห้งไปหลอมเหลวก่อนนำไปตากแห้งที่คอนเสิร์ต
 - กัณฑ์นำลูกเหม็นไปใส่ในตู้เสื้อผ้าเพื่อไล่แมลงสาบ

ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อ 6-7

กำหนดให้สาร W , X , Y และ Z มีสมบัติดังตาราง

สาร	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
W	115.21	444.60
X	-7	58
Y	-6	225
Z	44	280

6. ที่อุณหภูมิห้องสารใดอยู่ในสถานะเป็นของเหลวที่ระเหยง่าย
- W
 - X
 - Y
 - Z
7. ถ้าผสมสารทั้ง 4 ชนิด ไว้ในภาชนะเดียวกันโดยสารไม่ทำปฏิกิริยากัน เมื่อให้ความร้อนกับสารผสมจนกระทั่งที่อุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของน้ำ สารใดบ้างที่มีสถานะเป็นของแข็ง
- Y และ Z
 - W และ Z
 - X และ Y
 - W เท่านั้น

ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อที่ 8

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	-78	-33
B	90	150
C	801	1,465

8. ที่อุณหภูมิ 100°C สาร A, B และ C ควรอยู่สถานะใด ตามลำดับ

- ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
- ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
- แก๊ส ของเหลว ของแข็ง
- ของเหลว แก๊ส ของแข็ง

ใช้ข้อมูลในตารางนี้ตอบคำถามข้อที่ 9-10

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	-226	-246
B	-219	-182.8
C	-100.8	-34
D	0	100
E	-39	357
F	98	885
G	600	2327



9. ที่อุณหภูมิ 25°C สารใดอยู่ในสถานะของเหลว

- ก. C และ D
- ข. D และ E
- ค. A และ B
- ง. F และ G

10. ที่อุณหภูมิ -240°C สารใดอยู่ในสถานะแก๊ส

- ก. A
- ข. F และ G
- ค. D และ E
- ง. D และ G

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง สถานะของสาร

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น ม. 4 กลุ่มที่.....

คำสั่ง นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					6				
2					7				
3					8				
4					9				
5					10				

คะแนนเต็ม 10 ได้คะแนน.....คะแนน ผลการประเมิน.....

เกณฑ์การประเมิน

ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
90 - 100%	ดีเยี่ยม
80 - 89%	ดีมาก
70 - 79%	ดี
60 - 69%	ปานกลาง
50 - 59%	พอใช้
ต่ำกว่า 50%	ต้องปรับปรุง

(เกณฑ์การผ่านร้อยละ 80)

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). หนังสือแบบเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

_____. (2556). คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6.

พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์. (2553). หนังสือเรียนรายวิชา เคมี 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1.

กรุงเทพฯ : แม็ค.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2551). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ :

แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

สำราญ พฤษสุนทร. คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี ม.4-6 เล่ม 2. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์

พ.ศ. พัฒนา.

นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และคณิตา ตั้งคณานุรักษ์.(2554). Compact เคมี ม.4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ :

แม็ค.

สุชาดา จูอนวัณกุล. (2554). คู่มือการใช้สื่อการสอนวิชาเคมี ตอน สถานะของสาร. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถานะของสาร 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<https://www.pinterest.com/pin/487303622151406708/>. (20 มิถุนายน 2560)

อนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<https://www.fantasticfridges.com/YoungLearners/SolidsLiquidsGases>. (23 มิถุนายน 2560)

แบบจำลองอนุภาคของของแข็ง. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.livescience.com/46946-solids.html>. (3 พฤษภาคม 2560)

แบบจำลองอนุภาคของของเหลว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<https://www.livescience.com/46946-solids.html>. (3 พฤษภาคม 2560)

แบบจำลองอนุภาคของแก๊ส. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.livescience.com/46946-solids.html>. (3 พฤษภาคม 2560)

ธารน้ำแข็งขนาดใหญ่เกิดการหลอมเหลว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://www.wegointer.com/2016/10/4e5rfi6239> . (3 มีนาคม 2560)

การเปลี่ยนสถานะของน้ำ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

http://science.skru.ac.th/pic_knowledge/20140330/bio6.jpg

ฐานิตา พึ่งแพง.อนุภาคของสารเมื่อให้ความร้อน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<http://thn2347500chemistry.blogspot.com/2015/>. (29 เมษายน 2560)

การเปลี่ยนสถานะของสาร. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

<https://www.slideshare.net/Songsak1/ss-52586228> . (29 เมษายน 2560)



ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง สถานะของสาร

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	×				6			×	
2			×		7		×		
3				×	8	×			
4			×		9		×		
5		×			10				×

บัตรเฉลยแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร

ตารางบันทึกผลการสังเกต (2 คะแนน)

ขั้นตอนการทดลอง/ ลักษณะการเป่าลม	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น/การเคลื่อนตัวของเม็ดโฟม
1. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สอย่างช้าๆ เบาๆ	เม็ดโฟมสั่น แต่อยู่กับที่และอยู่ชิดติดกัน
2. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สแรงขึ้นเรื่อยๆ	เม็ดโฟมสั่น เคลื่อนที่แยกห่างจากกันไปทั่วกันภาชนะ ปริมาตรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
3. เป่าลมเข้าไปในท่อนำแก๊สอย่างแรงที่สุด	เม็ดโฟมสั่น และฟุ้งกระจายแยกออกจากกันอย่างรวดเร็วทั่วขวดพลาสติก

คำถามท้ายกิจกรรม (8 คะแนน)

1. เม็ดโฟมที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติกเปรียบเสมือน

แบบจำลองของอนุภาคของสารทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

2. การเป่าลมในขวดอย่างช้าๆ เบาๆ ไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองแทนที่การจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง..... และมีลักษณะดังนี้

ทุกอนุภาคมีการสั่นสะเทือนตลอดเวลา แต่อยู่ในตำแหน่งเดิม และอนุภาคอยู่ชิดติดกัน แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก ทำให้ของแข็งคงรูปอยู่ได้

3. การเป่าลมในขวดแรงขึ้นไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองที่แทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของเหลว..... และมีลักษณะดังนี้

ทุกอนุภาคมีการสั่น อนุภาคอยู่ห่างกันเล็กน้อย มีการเคลื่อนตัวและกระจายตัวทั่วทั้งภาชนะ จึงมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ทำให้ความหนาแน่นและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็งเมื่อเป่าลมแรงที่สุด

4. การเป่าลมในขวดแรงที่สุดไปยังเม็ดพลาสติกเป็นแบบจำลองที่แทนการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะ.....แก๊ส..... และมีลักษณะดังนี้

ทุกอนุภาคมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาอย่างรวดเร็ว ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะทำให้ความหนาแน่นและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของเหลวและของแข็งมาก

5. เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนตัวของเม็ดโฟมกับสถานะของสาร สารในสถานะใดมีพลังงานในตัวเองมากที่สุด

.....ของแข็ง.....

6. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอนุภาค.....แก๊ส.....จะเคลื่อนที่ได้มากที่สุด

อนุภาค.....ของเหลว.....สามารถไหลและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามภาชนะบรรจุ

อนุภาค.....ของแข็ง..... มีแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคมากที่สุด

บั๊ตรเฉลยแบบบับันทีกบั๊ตริกัจกรรรมที่ 2 เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร

บันทีกผลการสังเกต (2 คะแนน)

ขั้นตอนการศึกษา	ผลการสังเกต	
	ลักษณะของสาร	อุณหภูมิที่วัดได้
1. เทน้ำหวานใส่หลอดทดลอง 10 ml วัดอุณหภูมิ และสังเกต ลักษณะของน้ำหวาน	ลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีตะกอน.อนุภาคของสารจะอยู่ห่างกัน.อนุภาคเคลื่อนที่ได้ รุปร่างเปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ	25.๐C
2. นำน้ำหวานในข้อ 1 ไปแช่ใน ปีกเกอร์ (250 ml) ที่มีน้ำแข็งผสมเกลือในอัตราส่วน 1 : 5 นาน 5 นาที	น้ำหวานเกิดการแข็งตัว มีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆมีจนกระทั่งเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็ง	0. – (-1).๐C
3. นำน้ำหวานจากข้อ 2 มาให้ความร้อนวัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิถึง 100 ‘C ให้สังเกต การเปลี่ยนแปลงของน้ำหวาน	น้ำหวานเริ่มหลอมเหลว และบางส่วนระเหยกลายเป็นไอ	100.๐C



คำถามท้ายกิจกรรม (8 คะแนน)

1. จากกิจกรรมข้างต้น ในขั้นตอนการศึกษาข้อ 1 น้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....น้ำหวานมีอุณหภูมิ 25 °C และอยู่ในสถานะของเหลว.....

2. จากกิจกรรมข้างต้น ในขั้นตอนการศึกษาข้อ 2 เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที น้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....น้ำหวานมีอุณหภูมิ 0 – (-1) °C เริ่มเกิดการแข็งตัวเป็นเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ.....

3. จากการสังเกตในขั้นตอนการศึกษาข้อ 3 เมื่อให้ความร้อนกับน้ำหวานในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....น้ำหวานมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเกิดการหลอมเหลว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึง 100 °C น้ำหวานเริ่มเดือด และมีบางส่วนระเหยกลายเป็นไอ.....

4. จากกิจกรรมนี้ อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำหวานอย่างไร

.....อุณหภูมามีผลต่อสถานะของน้ำหวาน เพราะเมื่อวางน้ำหวานไว้ที่อุณหภูมิห้องน้ำหวานมีสถานะเป็นของเหลว เมื่อนำน้ำหวานไปแช่ในน้ำแข็งผสมเกล็ดน้ำหวานจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง และเมื่อนำน้ำหวานสถานะของแข็งไปให้ความร้อนเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวและกลายเป็นไอในที่สุด.....

บัตรเฉลยแบบบันทึกบัตรฝึกหัดที่ 1

เรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสาร



1. นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ 10 ข้อ 10 คะแนน

1.1 นักเรียนสามารถจำแนกสถานะของสารออกเป็นกี่ประเภท (1 คะแนน)

.....3 ประเภท ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส.....

1.2 สารชนิดหนึ่งๆ สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เมื่อมีปัจจัยใด
เข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง (1 คะแนน)

.....อุณหภูมิและความดัน.....

ให้นักเรียนสังเกตการจัดเรียงอนุภาคของสารทั้ง 3 ชนิดต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 3 – 5 (3 คะแนน)



สาร A



สาร B



สาร C

1.3 อนุภาคของสารใดจะเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (1 คะแนน)

.....สาร C อยู่ในสถานะแก๊ส.....

1.4 อนุภาคของสารใดมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากที่สุด (1 คะแนน)

..... สาร A อยู่ในสถานะของแข็ง.....

1.5 อนุภาคของสารใดมีที่ว่างระหว่างอนุภาคเล็กน้อย มีอิสระในการเคลื่อนที่แต่ไม่แยกจากกัน
(1 คะแนน)

..... สาร B อยู่ในสถานะของเหลว.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 6 - 9 (4 คะแนน)

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
A	98	885
B	-100.8	-34
C	0	100
D	-249	-246
E	660	2327
F	-219	-182.8

1.6 อุณหภูมิ 120°C สาร F อยู่ในสถานะใด (1 คะแนน)

.....สถานะแก๊ส.....

1.7 สารใดบ้างมีสถานะเป็นของเหลว เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 80°C (1 คะแนน)

.....สาร C.....

1.8 ที่อุณหภูมิห้อง สาร B และ E อยู่ในสถานะใด ตามลำดับ (1 คะแนน)

.....แก๊ส และ ของแข็ง.....

1.9 ถ้าผสมสาร A , C และ E เข้าด้วยกัน โดยที่สารไม่ทำปฏิกิริยากัน แล้วนำไปให้ความร้อน จนระเหยกลายเป็นไอ สารใดที่ระเหยออกมาก่อน เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

.....สารที่ระเหยออกมาก่อน คือ สาร C เพราะมีจุดเดือดต่ำที่สุด.....

1.10 เมื่อวางลูกเหม็นไว้ในห้องเก็บของเพื่อไล่แมลงสาบ 1 สัปดาห์ผ่านไป ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลงมาก จงระบุการเปลี่ยนสถานะของลูกเหม็น (1 คะแนน)

.....ลูกเหม็น เกิดการระเหิดเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊ส.....



2. พิจารณาภาพที่กำหนดให้แล้วจำแนกชนิดของสาร โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับสมบัติของสารนั้น แล้วสรุปว่าสารใดบ้างเป็นของแข็ง ของเหลวและแก๊ส (12 คะแนน)

สาร	ของแข็ง	ของเหลว	แก๊ส
1 		✓	
2 	✓		
3 		✓	
4 			✓
5 	✓		
6 			✓

สถานะของแข็ง ได้แก่ หมายเลข 2, 5

สถานะของเหลว ได้แก่ หมายเลข 1, 3

สถานะแก๊ส ได้แก่ หมายเลข 4, 6

บัตรเฉลยแบบบันทึกบัตรฝึกหัดที่ 2

เรื่อง อุณหภูมิกับการเปลี่ยนสถานะของสาร



1. จากข้อมูลจุดหลอมเหลว จุดเดือด ของสารที่กำหนดให้ จงระบุสถานะของสารในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

ข้อ	ชื่อสาร	สถานะของสาร ที่ 25 °C	สถานะของ สารที่ 110 °C	สถานะของ สารที่ 300 °C	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
1	ออกซิเจน	แก๊ส....	แก๊ส.....	แก๊ส.....	- 219	-183
2	แอมโมเนีย	แก๊ส....	แก๊ส....	แก๊ส....	- 78	-33
3	เอทานอล	ของเหลว....	แก๊ส....	แก๊ส....	-117	78.5
4	ฟอสฟอรัส	ของแข็ง....	ของเหลว....	แก๊ส....	44	280
5	สังกะสี	ของแข็ง....	ของแข็ง....	ของแข็ง....	420	906

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง สถานะของสาร

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			×		6		×		
2				×	7				×
3		×			8			×	
4	×				9		×		
5			×		10	×			

